



Analisis Perawatan Mesin Bubut Baoji 1660A dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)

Junaidi Junaidi¹

Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: junae995@gmail.com¹

Agus Sujatmiko*²

Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Email: agussujatmiko59@gmail.com

Alamat: Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141

Korespondensi penulis: agussujatmiko59@gmail.com*

Abstract : PT Swadaya Graha is a company that works in the field of construction, fabrication and steel manufacturing. One of the machines used in carrying out its operational activities is the Baoji 1660A lathe. The lathe often fails during the production process. This study aims to determine critical components, critical component reliability values, maintenance scheduling intervals and maintenance cost estimates of the Baoji 1660A lathe using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. The results of this study show that the electrical system with an RPN value of 240, v-belt with an RPN value of 168, and gearbox with an RPN value of 60 as critical components. The reliability value of the electrical system approaches 0.5 at a time interval of 640 hours or 80 working days, the reliability value of the v-belt approaches 0.5 at a time interval of 208 hours or 26 working days, and the reliability value of the gearbox approaches 0.5 at a time interval of 384 hours or 48 working days. From the scheduling interval, the estimated total maintenance cost in 2025 is IDR 7,019,092, in 2026 is IDR 3,615,386, in 2027 is IDR 4,187,484, in 2028 is IDR 4,276,752, and in 2029 is IDR 3,615,386.

Keywords: Baoji 1660A Lathe, Reliability Centered Maintenance (RCM), Critical Components, Reliability, Maintenance Interval, Maintenance Cost Estimation.

Abstrak : PT. Swadaya Graha merupakan perusahaan yang bergerak dibidang konstruksi, fabrikasi dan manufaktur baja. Salah satu mesin yang digunakan dalam melaksanakan aktivitas operasionalnya adalah mesin bubut Baoji 1660A. Mesin bubut tersebut sering mengalami kerusakan pada saat proses produksi berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komponen kritis, nilai keandalan komponen kritis, interval penjadwalan perawatan dan estimasi biaya perawatan untuk tahun 2025 sampai dengan 2029 dari mesin bubut Baoji 1660A dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem kelistrikan dengan nilai RPN sebesar 240, v-belt dengan nilai RPN sebesar 168, dan gearbox dengan nilai RPN sebesar 60 sebagai komponen kritis. Nilai keandalan sistem kelistrikan mendekati 0,5 pada interval waktu 640 jam atau 80 hari kerja, nilai keandalan v-belt mendekati 0,5 pada interval waktu 208 jam atau 26 hari kerja, dan nilai keandalan gearbox mendekati 0,5 pada interval waktu 384 jam atau 48 hari kerja. Dari interval penjadwalan, estimasi total biaya perawatan pada tahun 2025 sebesar Rp7.019.092,-, pada tahun 2026 sebesar Rp3.615.386,-, pada tahun 2027 sebesar Rp4.187.484,-, pada tahun 2028 sebesar Rp4.276.752,-, dan pada tahun 2029 sebesar Rp3.615.386,-.

Kata kunci: Mesin Bubut Baoji 1660A, *Reliability Centered Maintenance* (RCM), Komponen kritis, Keandalan, Interval Perawatan, Estimasi Biaya Perawatan.

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi seperti saat ini, perkembangan industri menjadi sangat pesat. Perkembangan tersebut memicu persaingan industri yang semakin ketat khususnya industri fabrikasi dan manufaktur di Indonesia. Setiap perusahaan dituntut untuk selalu meningkatkan aktivitas operasional yang optimal agar mampu bersaing dan bertahan dalam menghadapi kondisi tersebut. Salah satu penunjang kegiatan operasional yang baik yaitu kondisi mesin yang

Received: Mei 20, 2024; Revised: Juni 15, 2024; Accepted: Juli 20, 2024; Online Available: Juli 23, 2024;

selalu siap digunakan/ andal. Kondisi tersebut dapat dicapai dengan melakukan perawatan yang baik pada mesin dan peralatan (Syahabuddin, 2019).

Mesin dan peralatan adalah satu kesatuan pada suatu industri yang tidak bisa dipisahkan satu sama lainnya, oleh karena itu perlu diberikan perhatian khusus terkait hal tersebut yaitu perawatan (Syafei, 2022). Tujuan dilakukan perawatan (*maintenance*) antara lain : agar kualitas produk terjaga, meminimalisir kegiatan yang dapat membahayakan operator, mengurangi Downtime, dan proses produksi yang optimal.

PT. Swadaya Graha merupakan perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi, fabrikasi dan manufaktur baja. Perusahaan ini sudah banyak mengerjakan proyek-proyek besar baik dalam negeri maupun luar negeri. Terdapat berbagai jenis mesin yang digunakan dalam aktivitas operasionalnya salah satunya adalah mesin bubut Baoji 1660A.

Mesin bubut tersebut sering mengalami kerusakan pada saat dioperasikan dan menghambat jalannya produksi. Perusahaan menerapkan perawatan yang bersifat *corrective maintenance* dan *breakdown maintenance* yaitu perawatan yang dilakukan setelah mesin mengalami kerusakan. Cara tersebut kurang efektif karena memerlukan biaya yang cukup besar dan waktu pemeliharaan yang kurang optimal. Sehingga perlu diterapkan metode perawatan yang baik yaitu *preventive maintenance* agar interval waktu penggantian komponen optimum dan diharapkan bisa menurunkan biaya perawatan.

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah sebuah proses meliputi waktu dan upaya yang dilakukan jika suatu sistem tidak berjalan normal dan otomatis untuk menentukan strategi pemeliharaan menggunakan data keandalan (Hamro Afiva et al., 2019). Dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), perencanaan perawatan diharapkan dapat berjalan dengan baik dan tepat sesuai fungsi kritis perusahaan. Dan juga menyesuaikan strategi pemeliharaan tersebut dengan memastikan sistem terus berfungsi sesuai dengan kebutuhan operasi saat ini.

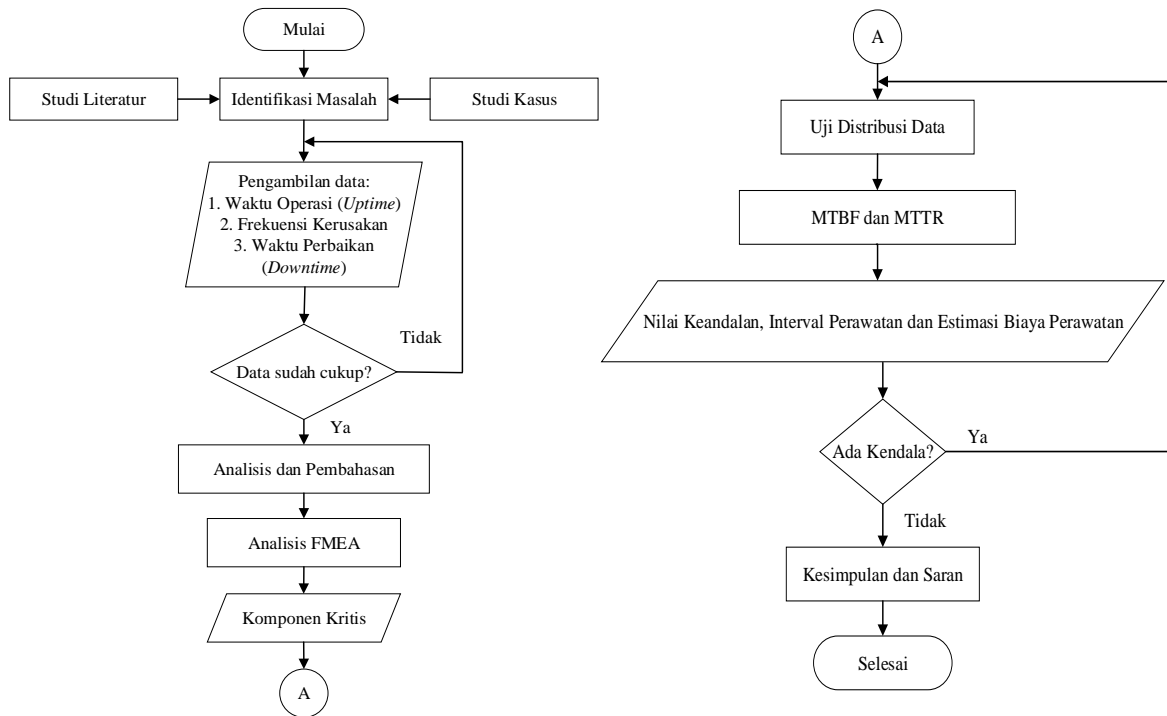
Berdasarkan uraian diatas, maka dalam penelitian ini dipilih judul “Analisis Perawatan Mesin Bubut Baoji 1660A Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)” dengan output komponen kritis, nilai keandalan, penjadwalan interval perawatan, dan rencana anggaran biaya perawatan mesin bubut yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan peneliti yaitu analisis kuantitatif meliputi *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), perhitungan nilai keandalan (*reliability*), penentuan interval

perawatan, dan estimasi biaya perawatan dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

2.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu :
 - Komponen kritis;
 - Nilai keandalan;
 - Interval perawatan;
 - Estimasi biaya perawatan.
- Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu :
 - Frekuensi kerusakan;
 - *Uptime*;
 - *Downtime*.
- Variabel terkontrol dalam penelitian ini yaitu : Mesin bubut Baoji 1660A.

2.3. Metode Pengambilan Data

Adapun metode pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Data Primer

Data primer diperoleh dari : wawancara pihak perusahaan yaitu operator mesin dan tim bidang maintenance, dan data kerusakan mesin periode Januari 2020 - Desember 2022.

- Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari : sumber referensi baik itu jurnal, buku, skripsi dan internet yang relevan dengan penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Kerusakan Mesin (*Downtime*)

Data *downtime* dari mesin bubut merupakan data history kerusakan yang dimiliki perusahaan yang dirangkum setiap bulan. Berikut ini hasil perhitungan downtime dari mesin bubut dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2022 :

Tabel 1. Data *downtime*

Komponen	Mulai Kerusakan		Selesai Perbaikan		TTR (Menit)	TTF (Jam)
	Tanggal	Jam	Tanggal	Jam		
V-Belt	13/01/2020	10:25	14/01/2020	09:00	395	0
	08/04/2020	09:30	08/04/2020	14:20	290	561
	29/07/2020	10:20	29/07/2020	14:40	260	716
	22/10/2020	15:10	23/10/2020	09:45	210	531
	03/02/2021	11:20	03/02/2021	14:30	190	609
	25/05/2021	13:25	25/05/2021	14:15	50	667
	26/08/2021	09:50	26/08/2021	14:50	300	600
	08/12/2021	10:15	08/12/2021	14:40	265	657
	12/04/2022	14:50	13/04/2022	09:15	205	797
	24/08/2022	11:00	24/08/2022	13:30	150	804
	29/11/2022	10:35	29/11/2022	13:00	145	608
	10/03/2020	10:15	10/03/2020	14:30	255	0
16/09/2020	13:30	16/09/2020	15:30	120	1224	
25/02/2021	13:10	25/02/2021	15:30	140	1008	
02/09/2021	11:20	02/09/2021	14:00	160	1176	
05/04/2022	09:25	05/04/2022	13:30	245	1368	
24/11/2022	11:15	24/11/2022	13:30	135	1480	
28/05/2020	10:50	28/05/2020	11:30	40	0	
27/11/2020	12:30	27/11/2020	13:00	30	1168	
16/06/2021	10:00	16/06/2021	11:00	60	1248	
13/01/2022	14:30	13/01/2022	15:15	45	1328	
26/08/2022	13:30	26/08/2022	14:30	60	1512	

Komponen	Mulai Kerusakan		Selesai Perbaikan		TTR (Menit)	TTF (Jam)
	Tanggal	Jam	Tanggal	Jam		
Rem (brake)	29/01/2020	09:30	29/01/2020	11:00	90	0
	18/11/2020	08:30	18/11/2020	10:30	120	1896
	14/12/2021	08:30	14/12/2021	10:00	90	2456
	26/10/2022	09:00	26/10/2022	10:30	90	1992
	08/09/2021	09:00	08/09/2021	09:30	30	1312
25/02/2022	14:10	25/02/2022	14:30	20	1080	
29/08/2022	08:15	29/08/2022	09:00	45	1160	

Komponen	Mulai Kerusakan		Selesai Perbaikan		TTR (Menit)	TTF (Jam)
	Tanggal	Jam	Tanggal	Jam		
Lampu Penerangan	18/02/2020	08:30	18/02/2020	08:45	15	0
	11/08/2020	13:30	11/09/2020	14:00	30	1136
	10/02/2021	09:15	10/02/2021	10:00	45	1128
	08/09/2021	09:00	08/09/2021	09:30	30	1312
	25/02/2022	14:10	25/02/2022	14:30	20	1080
	29/08/2022	08:15	29/08/2022	09:00	45	1160

Komponen	Mulai Kerusakan		Selesai Perbaikan		TTR (Menit)	TTF (Jam)
	Tanggal	Jam	Tanggal	Jam		
Sistem Kelistrikan	17/03/2020	08:25	17/03/2020	08:45	20	0
	28/05/2020	09:30	28/05/2020	09:40	10	448
	26/08/2020	08:00	26/08/2020	08:10	10	584
	19/10/2020	08:10	19/10/2020	08:30	20	336
	05/01/2021	10:10	05/01/2021	10:45	35	448
	15/04/2021	13:25	15/04/2021	14:15	50	656
	26/07/2021	09:30	26/07/2021	09:45	15	632
	12/10/2021	10:15	12/10/2021	10:30	15	496
	13/12/2021	08:00	13/12/2021	08:15	15	384
	24/02/2022	08:00	24/02/2022	08:30	30	464
	27/04/2022	09:00	27/04/2022	09:20	20	392
	10/08/2022	09:30	10/08/2022	10:30	60	648
	24/11/2022	08:00	24/11/2022	08:30	30	616

Komponen	Mulai Kerusakan		Selesai Perbaikan		TTR (Menit)	TTF (Jam)
	Tanggal	Jam	Tanggal	Jam		
Eretan	17/03/2020	08:25	17/03/2020	08:45	20	0
	28/05/2020	09:30	28/05/2020	09:40	10	448
	26/08/2020	08:00	26/08/2020	08:10	10	584
	19/10/2020	08:10	19/10/2020	08:30	20	336
	05/01/2021	10:10	05/01/2021	10:45	35	448
	15/04/2021	13:25	15/04/2021	14:15	50	656

3.2. Data Waktu Optimal Mesin Beroperasi (*Uptime*)

Data *uptime* dari mesin bubut merupakan data waktu optimal mesin bubut beroperasi setiap tahunnya. Berikut ini hasil perhitungan uptime dari mesin bubut dari tahun 2020 sampai dengan tahun 2022 :

Tabel 2. Data *uptime*

Uptime tahun 2020	291	hari	atau	2328	jam
Uptimel tahun 2021	286	hari	atau	2288	jam
Uptime tahun 2022	293	hari	atau	2344	jam
Total uptime th.20/22	870	hari	atau	6960	jam

3.3. Analisis FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Analisis FMEA dilakukan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, penyebabnya, dan dampaknya. Kemudian dicari nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari masing-masing kegagalan komponen (Rinoza & Ahmad Kurniawan, 2021). Hasil analisis FMEA kegagalan komponen mesin bubut Baoji 1660A dapat dilihat pada table 3 dibawah ini :

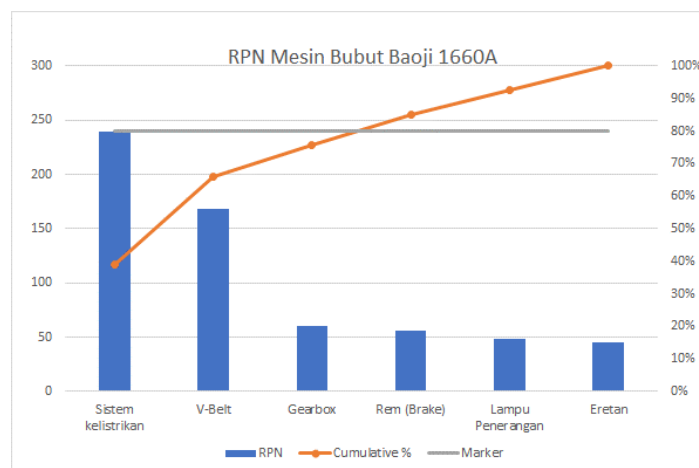
Tabel 3. *Failure mode and effect analysis*

No.	Komponen	Mode Kegagalan (Failure Mode)	Penyebab Kegagalan (Failure Causes)	Efek Kegagalan (Failure Effect)	S	O	D	RPN	Cumulative RPN
1.	Sistem kelistrikan	Mesin mati	Kontaktor rusak, Trafo rusak, dan kabel putus	Mesin tidak bisa dinyalakan	10	3	8	240	240
2.	V-Belt	V-Belt robek	Usia pemakaian, v belt terlalu ketat atau terlalu longgar, kotoran yang menyebabkan slip	Daya yang dikeluarkan tidak maksimal dan bisa mengakibatkan V-belt putus	7	4	6	168	408
3.	Gearbox	Gearbox berisik dan bergetar	Pelumasan yang kurang baik, gear aus karena pengoperasian tidak sesuai SOP	Suara mesin berisik dan mesin mengalami getaran	4	3	5	60	468
4.	Rem (Brake)	Rem tidak berfungsi	Kampas rem aus	Rem tidak berfungsi dengan baik dan dapat membahayakan operator	7	2	4	56	524
5.	Lampu Penerangan	Lampu mati	Usia pemakaian dan kabel putus	Penerangan pada saat proses pembubutan kurang maksimal	4	3	4	48	572
6.	Eretan	Gerakan eretan tidak lancar	Kurangnya pelumasan, ulir eretan kotor	Gerakan eretan tidak lancar dapat mengurangi efisiensi pemotongan	3	5	3	45	617

Dari tabel FMEA diatas diketahui bahwa: sistem kelistrikan mempunyai nilai RPN sebesar 240, *v-belt* dengan nilai RPN sebesar 168, *gearbox* dengan nilai RPN sebesar 60, rem (brake) dengan nilai RPN sebesar 56, lampu dengan nilai RPN sebesar 48, dan eretan dengan nilai RPN sebesar 45.

3.4. Diagram Pareto

Berdasarkan prinsip 80:20 diagram pareto, ditentukan komponen kritis dari mesin bubut Baoji 1660A dengan mengacu pada cumulative RPN masing-masing kegagalan dari analisis FMEA sebelumnya. Grafik diagram pareto dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Diagram pareto

Dari grafik diagram pareto dapat diidentifikasi bahwa komponen kritis mesin bubut Baoji 1660A yaitu sistem kelistrikan dengan nilai RPN sebesar 240, *V-belt* dengan nilai RPN sebesar 168, dan *Gearbox* dengan nilai RPN sebesar 60.

3.5. Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan LTA mempunyai tujuan untuk mengidentifikasi prioritas pada setiap mode kerusakan dan meninjau fungsi serta kegagalan fungsi, sehingga status mode kerusakan dapat dibedakan. Analisis LTA mengklasifikasikan setiap mode kerusakan ke dalam empat kategori (Simanungkalit et al., 2023). Berikut empat hal dalam analisis kekritisan:

- *Evident*: Apakah operator dapat mendeteksi adanya gangguan dalam sistem saat kondisi normal?
- *Safety*: Apakah mode kegagalan ini dapat menyebabkan masalah keselamatan?
- *Outage*: Apakah mode kerusakan ini akan menyebabkan sebagian atau seluruh mesin berhenti beroperasi?
- *Category*: Pengklasifikasian setelah menjawab beberapa pertanyaan yang diberikan. Komponen dikategorikan dalam 4 jenis, yaitu:
 - Kategori A (*Safety problem*): Jika kegagalan komponen menimbulkan masalah keselamatan bagi karyawan.
 - Kategori B (*Outage problem*): Jika kegagalan komponen menyebabkan penghentian sebagian atau seluruh mesin.
 - Kategori C (*Economic problem*): Jika kegagalan komponen menyebabkan masalah ekonomi bagi perusahaan.
 - Kategori D (*Hidden failure*): Jika kegagalan komponen tidak dapat terdeteksi oleh karyawan dalam kondisi normal.

Hasil LTA dari setiap mode kerusakan yang terjadi pada mesin bubut Baoji 1660A dapat dilihat pada tabel 4 dibawah :

Tabel 4. Logic Tree Analysis (LTA)

No.	Komponen	<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>
1.	Sistem Kelistrikan	Y	T	Y	B
2.	<i>V-belt</i>	Y	T	Y	B
3.	<i>Gearbox</i>	Y	T	T	C

Keterangan : Y = Ya dan T = Tidak

3.6. *Task Selection*

Task Selection merupakan proses untuk menentukan tindakan yang tepat pada setiap mode kerusakan yang terjadi (Iham Pramudya Raharja et al., 2021). Tindakan perawatan tersebut terbagi menjadi tiga, yaitu :

3.6.1. *Condition Directed (CD)*

Condition Directed bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan dilakukan pemeriksaan visual pada komponen. Apabila ada gejala-gejala kerusakan, maka dilakukan perbaikan atau penggantian pada komponen.

3.6.2. *Time Directed (TD)*

Time Directed bertujuan untuk melakukan pencegahan terhadap sumber kerusakan secara langsung berdasarkan pada waktu dan umur komponen.

3.6.3. *Finding Failure (FF)*

Finding Failure bertujuan untuk menemukan kerusakan yang sulit dideteksi dengan cara melakukan pengecekan secara berkala.

Task Selection pada mesin bubut Baoji 1660A dapat dilihat pada tabel 5 dibawah :

Tabel 5. *Task Selection*

No.	Komponen	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Causes</i>	<i>Task Seletion</i>
1.	Sistem Kelistrikan	Mesin mati	Kontaktor rusak, Trafo rusak, dan kabel putus	<i>Condition Directed (CD)</i>
2.	<i>V-belt</i>	<i>V-belt</i> robek	Usia pemakaian, v belt terlalu ketat atau terlalu longgar, kotoran yang menyebabkan slip	<i>Condition Directed (CD) /Time Directed (TD)</i>
3.	<i>Gearbox</i>	<i>Gearbox</i> berisik dan bergetar	Pelumasan yang kurang baik, gear aus karena pengoperasian tidak sesuai SOP	<i>Condition Directed (CD) /Time Directed (TD)</i>

3.7. Keandalan (Reliability)

Berikut ini analisis keandalan dari komponen kritis mesin bubut Baoji 1660A :

3.7.1. Perhitungan MTBF dan MTTR

Berikut ini contoh menentukan nilai MTBF dan MTTR pada sistem kelistrikan :

Diketahui:

- Waktu optimal mesin 3 tahun (Σt uptime) = 6960 Jam
- Frekuensi Kerusakan (n) = 6 kali
- Downtime (Σt) = 1055 menit

Ditanya: MTBF dan MTTR ?

- *Mean Time Between Failure* (MTBF)

$$\begin{aligned} \text{MTBF} &= \frac{\Sigma t \text{ Uptime}}{n} \\ \text{MTBF} &= \frac{6960}{6} \\ &= 1160 \text{ jam} \end{aligned}$$

Maka, diperoleh nilai MTBF pada sistem kelistrikan sebesar 1160 jam.

- *Mean Time To Repair* (MTTR)

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{\Sigma t}{n} \\ \text{MTTR} &= \frac{1055}{6} \\ &= 176 \text{ menit} \\ &= 2,93 \text{ jam} \end{aligned}$$

Maka, diperoleh nilai MTTR pada sistem kelistrikan sebesar 2,93 jam.

Berikut ini nilai MTBF dan MTTR dari komponen kritis :

Tabel 6. MTBF dan MTTR

Komponen	MTBF	MTTR
Sistem Kelistrikan	1160	2,93
V-belt	633	3,73
Gearbox	1392	0,78

3.7.2. Goodness of fit test

Goodness of fit test dilakukan untuk menguji kecocokan distribusi keandalan dengan data *Time between failure* (TBF) dari masing-masing komponen. Tabel 7 berikut ini merupakan hasil uji *goodness of fit test* dari komponen kritis :

Tabel 7. Goodness of fit test

Komponen	Distribusi	Anderson Darling (Adj)	Coefficient Correlation (CC)	Nilai CC terbesar/Adj terkecil yang dipilih
Sistem Kelistrikan	Normal	2,320	0,993	Weibull
	Lognormal	2,333	0,990	Adj = 2,327
	Weibull	2,327	0,993	CC = 0,993

	Eksponensial	4,448	*	
<i>V-belt</i>	Normal	1,471	0,97	Lognormal
	Lognormal	1,407	0,979	Adj = 1,407
	Weibull	1,847	0,952	CC = 0,979
	Eksponensial	6,821	*	
<i>Gearbox</i>	Normal	2,786	0,978	Lognormal
	Lognormal	2,773	0,985	Adj = 2,773
	Weibull	2,893	0,961	CC = 0,978
	Eksponensial	4,364	*	

3.7.3. Parameter Distribusi

Parameter distribusi merupakan parameter yang digunakan untuk mencari nilai keandalan dari masing-masing komponen kritis. Parameter ini didapat dari *overview distribution plot* pada *software minitab* sesuai distribusi yang dipilih. Parameter distribusi dari setiap komponen kritis dapat dilihat pada table 8 dibawah :

Tabel 8. Parameter Distribusi

Komponen	Distribusi	Parameter
Sistem Kelistrikan	Weibull	$\theta = 1329,39$
		$\beta = 7,09381$
<i>V-belt</i>	Lognormal	$\sigma = 0,148983$
		$\mu = 6,47580$
<i>Gearbox</i>	Lognormal	$\sigma = 0,127624$
		$\mu = 7,17624$

3.7.4. Nilai Keandalan

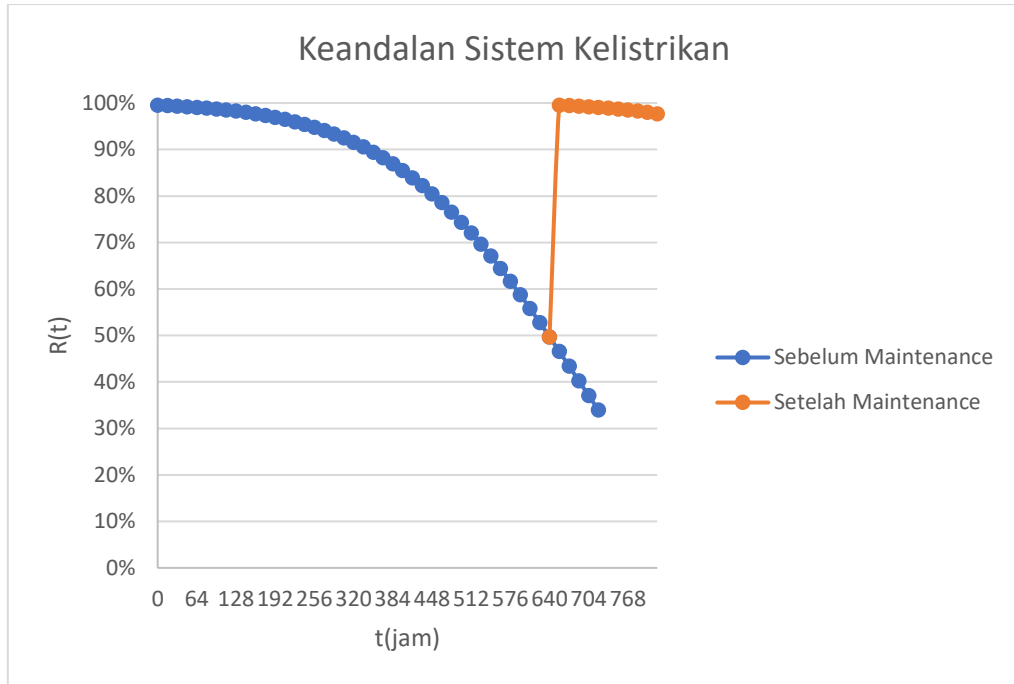
Nilai keandalan didapat dengan melakukan perhitungan sesuai distribusi yang dipilih. Nilai keandalan mendekati 0,5 atau 50 % dijadikan sebagai acuan untuk melakukan perawatan preventif. Keandalan masing-masing komponen dapat dilihat pada tabel 9 dibawah ini:

Tabel 9. Nilai Keandalan

Komponen	Waktu (jam)	Keandalan
Sistem Kelistrikan	640	50%
<i>V-belt</i>	208	54%
<i>Gearbox</i>	384	49%

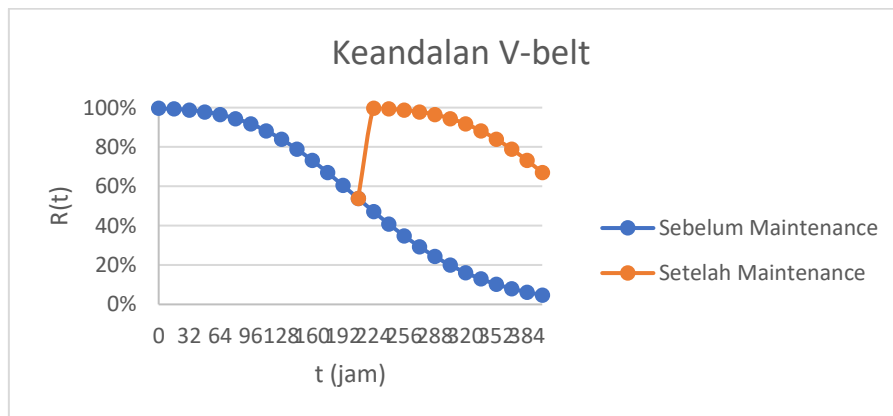
Grafik keandalan sebelum dan sesudah dilakukan perawatan dapat dilihat pada gambar 3, gambar 4 dan gambar 5 dibawah ini :

- Sistem kelistrikan



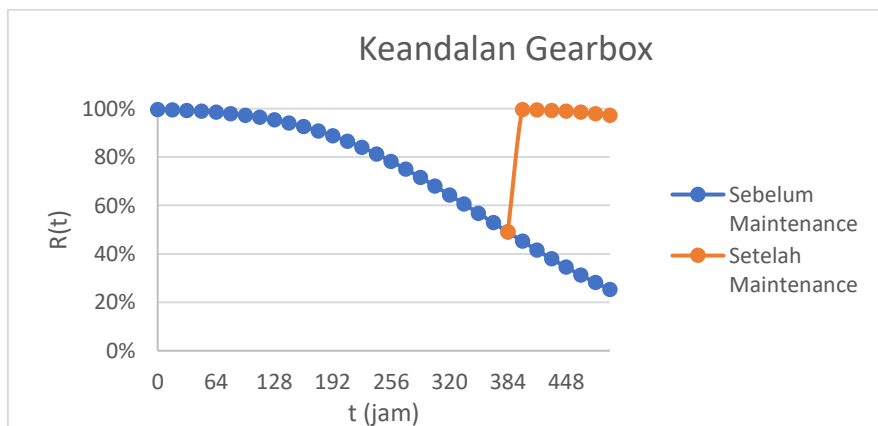
Gambar 3. Grafik keandalan sistem kelistrikan

➤ *V-belt*



Gambar 4. Grafik keandalan *v-belt*

➤ *Gearbox*



Gambar 5. Grafik keandalan *gearbox*

3.8. Penjadwalan Perawatan

Penjadwalan preventif didasarkan pada analisis keandalan yang dilakukan sebelumnya. Jadwal preventif berupa penjadwalan perawatan dari tahun 2025 sampai dengan 2029. Contoh jadwal perawatan dapat dilihat pada gambar 6 dibawah ini :

2024 September 2024 9							2024 October 2024 10							2024 November 2024 11						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
1	2	3	4	5	6	7	29	30	1	B2	3	4	5	27	28	29	30	31	B2	2
8	9	10	11	12	13	14	6	7	8	9	10	11	12	3	4	5	6	7	8	9
15	16	17	18	19	20	21	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13	14	15	16
22	23	24	25	26	27	28	20	21	22	23	24	25	26	17	18	19	20	21	22	23
29	30	1	2	3	4	5	27	C2	29	30	31	1	2	24	25	26	27	28	29	30
6							3							1						
2024 December 2024 12							2025 January 2025 1							2025 February 2025 2						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
1	B2	3	A2	5	6	7	29	30	31	B1	2	3	4	26	27	28	29	30	31	1
8	9	10	11	12	13	14	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8
15	C2	17	18	19	20	21	12	13	14	15	16	17	18	9	C2	11	12	13	14	15
22	23	24	25	26	27	28	19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22
29	30	31	1	2	3	4	26	27	28	29	30	B2	1	23	24	25	26	27	28	1
5							2							2						
2025 March 2025 3							2025 April 2025 4							2025 May 2025 5						
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu
23	24	25	26	27	28	1	30	31	1	B2	3	4	5	27	28	29	30	1	B1	3
2	B2	4	5	6	A2	8	6	C1	8	9	10	11	12	4	5	6	7	8	9	10
9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	11	12	13	14	15	16	17
16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	18	19	20	21	22	23	24
23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30	1	2	3	25	26	27	28	29	30	31
30	31						4							1						

Gambar 6. Jadwal Perawatan

Dari penjadwalan tersebut, preventif maintenance meliputi inspeksi visual, pembersihan komponen, pengecekan komponen, penyetulan komponen dan perawatan preventif lainnya. Disamping itu perbaikan/penggantian komponen dilakukan setiap 3 kali interval perawatan preventif.

3.9. Estimasi Biaya Perawatan

Estimasi biaya perawatan direkap setiap satu tahun sesuai dengan jadwal perawatan yang telah ditentukan sebelumnya.

3.9.1. Estimasi Biaya Perawatan Tahun 2025

3.9.2.

Tabel 10. Biaya perawatan tahun 2025

No.	Komponen	Keterangan	Waktu (jam)	Frekuensi	Biaya
1	Sistem Kelistrikan	Inspeksi dan preventif maintenance	0,5	4	178536
		Inspeksi, preventif dan perbaikan	1	2	3169268
2	V-belt	Inspeksi dan preventif maintenance	0,5	12	535608
		Inspeksi, preventif dan perbaikan	1	5	348170
3	Gearbox	Pengecekan level oli	0,25	6	535608
		Penggantian oli	0,5	3	2251902
Total =					7019092

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa total biaya perawatan sepanjang tahun 2025 yang harus dikeluarkan perusahaan adalah Rp7.019.092,-

3.9.3. Estimasi Biaya Perawatan Tahun 2026

Tabel 11. Biaya perawatan tahun 2026

No.	Komponen	Keterangan	Waktu (jam)	Frekuensi	Biaya
1	Sistem Kelistrikan	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	3	133902
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	1	1584634
2	V-belt	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	9	401706
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	3	208902
3	Gearbox	Pengecekan level oli	0,25	6	535608
		Penggantian oli	0,5	1	750634
Total =					3615386

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa total biaya perawatan sepanjang tahun 2026 yang harus dikeluarkan perusahaan adalah Rp3.615.386,-

3.9.4. Estimasi Biaya Perawatan Tahun 2027

Tabel 12. Biaya perawatan tahun 2027

No.	Komponen	Keterangan	Waktu (jam)	Frekuensi	Biaya
1	Sistem Kelistrikan	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	3	133902
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	1	1584634
2	V-belt	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	9	401706
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	3	208902
3	Gearbox	Pengecekan level oli	0,25	4	357072
		Penggantian oli	0,5	2	1501268
Total =					4187484

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa total biaya perawatan sepanjang tahun 2027 yang harus dikeluarkan perusahaan adalah Rp4.187.484,-

3.9.5. Estimasi Biaya Perawatan Tahun 2028

Tabel 13. Biaya perawatan tahun 2028

No.	Komponen	Keterangan	Waktu (jam)	Frekuensi	Biaya
1	Sistem Kelistrikan	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	3	133902
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	1	1584634
2	V-belt	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	9	401706
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	3	208902
3	Gearbox	Pengecekan level oli	0,25	5	446340
		Penggantian oli	0,5	2	1501268
Total =					4276752

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa total biaya perawatan sepanjang tahun 2028 yang harus dikeluarkan perusahaan adalah Rp4.276.752,-

3.9.6. Estimasi Biaya Perawatan Tahun 2029

Tabel 14. Biaya perawatan tahun 2029

No.	Komponen	Keterangan	Waktu (jam)	Frekuensi	Biaya
1	Sistem Kelistrikan	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	3	133902
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	1	1584634
2	<i>V-belt</i>	Inspeksi dan perawatan preventif	0,5	9	401706
		Inspeksi, perawatan dan perbaikan	1	3	208902
3	<i>Gearbox</i>	Pengecekan level oli	0,25	6	535608
		Penggantian oli	0,5	1	750634
Total =					3615386

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat diketahui bahwa total biaya perawatan sepanjang tahun 2029 yang harus dikeluarkan perusahaan adalah Rp3.615.386,-

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Analisis FMEA dilakukan untuk mendapatkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dari masing-masing mode kerusakan. Dari analisis FMEA diketahui bahwa sistem kelistrikan mempunyai nilai RPN sebesar 240, *v-belt* dengan nilai RPN sebesar 168, *gearbox* dengan nilai RPN sebesar 60, rem (*brake*) dengan nilai RPN sebesar 56, lampu dengan nilai RPN sebesar 48, dan eretan dengan nilai RPN sebesar 45.

Berdasarkan prinsip 80:20 diagram pareto, komponen dengan nilai cumulative RPN 80% dipilih sebagai komponen kritis untuk dilakukan analisis selanjutnya. Komponen tersebut diantaranya adalah sistem kelistrikan, *v-belt* dan *gearbox*.

Analisis keandalan dilakukan dengan melakukan perhitungan sesuai distribusi yang cocok dengan data waktu antar kerusakan komponen. Sistem kelistrikan berdistribusi weibull, *v-belt* berdistribusi lognormal dan *gearbox* berdistribusi lognormal. Dari perhitungan didapatkan bahwa nilai keandalan sistem kelistrikan mendekati 0,5 pada interval waktu 640 jam atau 80 hari kerja, nilai keandalan *v-belt* mendekati 0,5 pada interval waktu 208 jam atau 26 hari kerja, dan nilai keandalan *gearbox* mendekati 0,5 pada interval waktu 384 jam atau 48 hari kerja.

Estimasi biaya perawatan ditentukan berdasarkan jumlah perawatan yang dilakukan setiap satu tahun mulai dari tahun 2025 sampai dengan 2029. Berdasarkan hal tersebut didapatkan bahwa, estimasi total biaya perawatan pada tahun 2025 sebesar Rp7.019.092,-, pada tahun 2026 sebesar Rp3.615.386,-, pada tahun 2027 sebesar Rp4.187.484,-, pada tahun 2028 sebesar Rp4.276.752,-, dan pada tahun 2029 sebesar Rp3.615.386,-.

4.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, beberapa saran yang dapat diberikan peneliti yaitu : mengumpulkan lebih banyak *history* data kerusakan agar analisis yang dilakukan lebih akurat, tambahkan *standar operasional prosedur* (SOP) yang lengkap dari perawatan yang akan dilakukan, dan melakukan analisa perencanaan perawatan dengan metode lain untuk menambah referensi.

DAFTAR REFERENSI

- Hamro Afiva, W., Tatas, F., Atmaji, D., & Alhilman, D. J. (2019). Penerapan metode reliability centered maintenance (RCM) pada perencanaan interval preventive maintenance dan estimasi biaya pemeliharaan menggunakan analisis FMECA (Studi kasus: PT. XYZ). *Jurnal Teknik Industri*, 13(3), 298–310.
- Rinoza, M., & Ahmad Kurniawan, F. (2021). Analisa RPN (Risk Priority Number) terhadap keandalan komponen mesin kompresordouble screw menggunakan metode FMEA di pabrik semen PT. XYZ. *Buletin Utama Teknik*, 17(1).
- Simanungkalit, R. M., Suliawati, S., & Hernawati, T. (2023). Analisis penerapan sistem perawatan dengan menggunakan metode reliability centered maintenance (RCM) pada cement mill type tube mill di PT Cemindo Gemilang Medan. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(1), 72–83. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i1.199>
- Sistem Perawatan, A., Pramudya Raharja, I., Bagus Suardika, I., Galuh, H. W., & Studi Teknik Industri, P. (n.d.). Analisis sistem perawatan mesin bubut menggunakan metode RCM (reliability centered maintenance) di CV. Jaya Perkasa Teknik.
- Syafei, M. I. (2022). Perencanaan perawatan mesin dengan pendekatan metode reliability centered maintenance (RCM) dan maintenance value stream map (MVSM) (Studi kasus: PT. Nusa Indah Jaya). *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 7(2). <http://jurnal.um-palembang.ac.id/index.php/integrasi>
- Syahabuddin, A. (2019). Analisis perawatan mesin bubut Cy-L1640g dengan metode reliability centered maintenance (RCM) di PT. Polymindo Permata. *JITMI*, 2.